

*Recife, PE
Dezembro, 2010*

Autores

Maria Sonia Lopes da Silva
Pesquisadora Embrapa Solos
sonia@uep.cnps.embrapa.br

Manoel B. de Oliveira Neto
Pesquisador Embrapa Solos

Gizelia Barbosa Ferreira
Eng^a Agrôn. Cofaspi, BA

Márcia Moura Moreira
Mestranda UFRB, BA

Alessandra Monteiro S. Mendes
Pesquisador Embrapa Semiárido

Tony Jarbas Ferreira Cunha
Pesquisador Embrapa Semiárido

José Carlos P. dos Santos
Pesquisador Embrapa Solos

Roberto da Boa V. Parahyba
Pesquisador Embrapa Solos

José Barbosa dos Anjos
Pesquisador Embrapa Semiárido

José Afonso Bezerra Matias
Técnico PATAC, PB

José Camelo Rocha
Técnico AS-PTA, PB

Atributos físicos e químicos de solos em áreas de barragens subterrâneas no Agreste e no Planalto da Borborema, Estado da Paraíba

Introdução

A ocorrência periódica de secas e seus efeitos negativos constituem um forte entrave ao desenvolvimento socioeconômico da região semiárida do Nordeste do Brasil. Em estudo realizado pela Embrapa, o Nordeste foi compartimentado em 20 grandes Unidades de Paisagens (UPs), que agrupam 172 Unidades Geoambientais (UGs), as quais demandam políticas públicas e tecnologias bastante diferenciadas (SILVA et al., 2000). Grande parte destas UPs está inserida na região semiárida, especialmente a UP da Depressão Sertaneja que se caracteriza, principalmente, pela predominância de rochas cristalinas; relevo pouco movimentado, com ocorrência de elevações residuais do tipo inselbergues com altitude de 500 a 800 m; clima seco, com baixas precipitações pluviométricas e altas temperaturas; solos rasos e pedregosos. Nesses ambientes há ocorrência de rios e riachos com áreas de baixios e várzeas, onde predominam Neossolos Flúvicos que por suas características de textura, profundidade e posição na paisagem apresentam potencial para construção de barragens subterrâneas.

No Estado da Paraíba, várias organizações da sociedade civil, como a Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa (AS-PTA) e o Programa de Aplicação de Tecnologia Apropriada às Comunidades (Patac), vêm desenvolvendo experiências com tecnologias de captação de água de chuva.

De forma a propiciar o acesso, o gerenciamento e a valorização da água como um direito essencial da vida e da cidadania, ampliando a compreensão e a prática da convivência sustentável e solidária com o ecossistema do semiárido (ANDRADE; QUEIROZ, 2009).



Foto: Manoel Batista de Oliveira Neto.

Figura 1. Produção de alimentos em barragem subterrânea.

Entre as tecnologias de convivência com a seca, a barragem subterrânea é uma das tecnologias que têm proporcionado ao pequeno agricultor rural de base familiar o aproveitamento das águas da chuva para produção de alimentos (Figura 1), contribuindo com a redução dos efeitos negativos dos longos períodos de estiagem (PORTO et al., 2006; SILVA et al., 2007a; SILVA et al., 2007b), e que vem transformando a vida de muitas famílias agricultoras no Agreste e no Seridó da Paraíba, sob o ponto de vista de contribuir para a

segurança alimentar e nutricional, bem como, de gerar renda a partir dos produtos comercializados nas feiras municipais (ROCHA et al., 2007).

A barragem subterrânea constitui uma das alternativas tecnológicas do Programa “Uma Terra e Duas Águas” (P1 + 2).

O P1 + 2 tem como objetivo promover à família de pequenos produtores rurais a convivência com o semiárido, garantindo, num processo de formação e mobilização social, o acesso e manejo sustentável da terra e da água suficientes para consumo humano e a produção de alimentos de origem animal e vegetal para autoconsumo e geração de renda. O “1” é a luta pela terra, é o acesso à terra para dela tirar o sustento das famílias, é a terra suficiente, bem cuidada e com água. O “2” significa dois tipos de água: água potável para consumo humano e água para a produção animal e vegetal. Com o P1MC (Programa Um Milhão de Cisternas), a água para o consumo humano já está sendo estabelecida com eficiência comprovada. Para produção animal e vegetal, além da barragem subterrânea estão sendo implantados nas comunidades rurais a cisterna calçadão e o tanque de pedras (GNADLINGER et al., 2007).

A despeito de toda essa importância, são ainda muito incipientes trabalhos sobre a identificação de atributos

do solo em áreas de barragem subterrânea. Neste sentido, o presente trabalho fez uma avaliação da qualidade física e química do solo de quatro barragens subterrâneas, em duas regiões fisiográficas do Estado da Paraíba, visando fornecer informações que contribuirão para o melhor uso e manejo, consequentemente obtenção de melhores produções.

2. Abrangência do estudo

O estudo foi realizado em quatro propriedades rurais de agricultores familiares, que possuem em seu agroecossistema barragens subterrâneas, nos municípios de Picuí, Lagoa Seca e Queimadas, no Estado da Paraíba (Figura 2). Os municípios de Lagoa Seca e Queimadas estão localizados na microrregião de Campina Grande, na mesorregião do Agreste Paraibano, e o município de Picuí na microrregião Seridó Oriental, pertencente à mesorregião da Borborema.

3. Características gerais das barragens estudadas

3.1. Barragem subterrânea 1

3.1.1. Localização

A barragem subterrânea 1 (BS1 - Figura 3) está localizada no município de Lagoa Seca, na Fazenda Sítio Almeida, propriedade do Senhor Antônio Antero Barbosa, posicionada nas coordenadas 7°08'01.62" S e 35°54'10.70" W, a uma altitude de 671 m, distando aproximadamente 147 km da capital de João Pessoa.

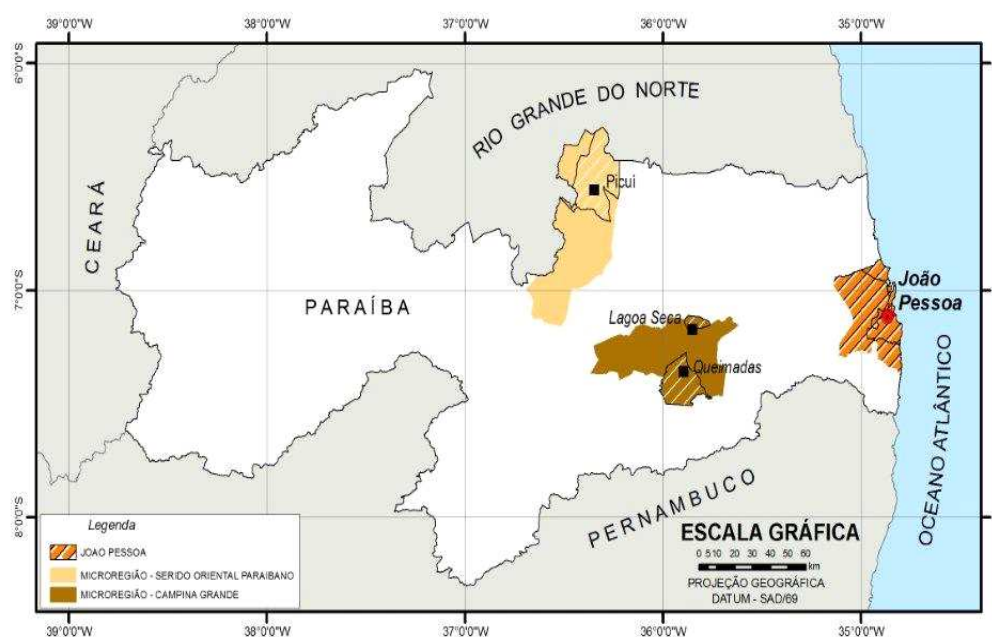


Figura 2. Estado da Paraíba e municípios onde estão localizadas as barragens subterrâneas estudadas.

Foto: Manoel Batista de Oliveira Neto.



Figura 3. Barragem subterrânea 1 - Fazenda Sítio Almeida, Lagoa Seca, PB.

3.1.2. Aspectos fisiográficos

A barragem subterrânea 1 está inserida na unidade geoambiental do Planalto da Borborema, formada por maciços e outeiros altos, com altitude variando entre 650 a 1.000 m. O relevo é geralmente movimentado, com vales profundos e estreitos dissecados. A área da unidade é recortada por rios perenes, porém de pequena vazão. A vegetação desta unidade é formada por florestas subcaducifólia e caducifólia, próprias das áreas de Agreste. O clima é classificado como quente e úmido, tropical chuvoso - classe As', segundo Köppen. A temperatura média anual é 23°C a 25°C, sendo as máximas absolutas superiores a 33°C. Apresenta uma precipitação média anual de 783 mm, evapotranspiração anual de 1.178 mm e um déficit hídrico de 376 mm (MASCARENHAS et al., 2005a).

3.1.3. Geologia

A geologia da área pertence ao período Mesoproterozóico, estando constituído pelo Complexo São Caetano, composto por gnaisses, metagrauvaca, metavulcânica félsica e intermédica, metavulcanoclástica (MASCARENHAS et al., 2005a).

3.2. Barragem subterrânea 2

3.2.1. Localização

A barragem subterrânea 2 (BS2 – Figura 4) está localizada no município de Picuí, na Fazenda Sítio Tanquinho, propriedade do Senhor Manoel Severino dos Santos, posicionada nas coordenadas 6°34'30.38" S e 27°41'25.55" W, a uma altitude de 534 m, distando aproximadamente 253 km da capital de João Pessoa.



Figura 4. Barragem subterrânea 2 - Sítio Tanquinho, Picuí, PB.

Foto: Manoel Batista de Oliveira Neto.

3.2.2. Aspectos fisiográficos

A barragem subterrânea está localizada em área de clima Bsh - semiárido quente com chuvas de outono e verão. A pluviometria média anual da região onde está inserida é de 339,1 mm média anual, de distribuição irregular e com 77% de seu total, concentrando-se em 4 meses. A temperatura média anual situa-se entre 23°C a 25°C. A vegetação predominante é do tipo Caatinga - Seridó, a exceção de uma área à nordeste, próximo ao município de Nova Floresta, com vegetação do tipo Caatinga Matas Serranas - e outra área à leste limitando-se com o município de Cuité cuja vegetação é do tipo Caatinga - Sertão (MASCARENHAS et al., 2005b).

3.2.3. Geologia

A geologia da área pertence ao período Arqueano, estando constituído pelo Complexo Cabaceiras, composto por ortognaisses tonalítico-granodiorítico e intercalações de metamáfica (MASCARENHAS et al., 2005b).

3.3. Barragens subterrâneas 3 e 4

3.3.1. Localização

As barragens 3 e 4 subterrâneas (BS3 e BS4) estão localizadas no município de Queimadas, na Fazenda Catolé das Queimadas. A BS3 pertence à família da Senhora Maria das Dores Tavares - Dona Dora, posicionada nas coordenadas: 7°27'34.61" S e 35°54'56.52" W, a uma altitude de 361 m, distando aproximadamente 170 km da capital João Pessoa (Figura 5).

A BS 4 pertence a família do Senhor Valmir Macêdo Miranda e, também, está localizada no município de Queimadas, na Fazenda Catolé das Queimadas, com coordenadas 7°27'33.55" S e 35°54'48.60" W, a uma altitude de 357 m (Figura 6).



Foto: Manoel Batista de Oliveira Neto

Figura 5. Barragem subterrânea 3 - Fazenda Catolé das Queimadas, propriedade de Dona Dora, Queimadas, PB.



Foto: Manoel Batista de Oliveira Neto

Figura 6. Barragem subterrânea 4 - Fazenda Catolé das Queimadas, propriedade de do Senhor Valmir M. Miranda, Queimadas, PB.

3.3.2. Aspectos fisiográficos

As barragens subterrâneas 3 e 4 estão inseridas predominantemente na unidade geoambiental da Depressão Sertaneja, que representa a paisagem típica do semiárido nordestino, caracterizada por uma superfície de pediplanação bastante monótona, relevo predominantemente suave ondulado, cortada por vales estreitos, com vertentes dissecadas. A vegetação é basicamente composta por Caatinga Hiperxerófila com trechos de Floresta Caducifólia. O clima é do tipo semiárido (BSH), com chuvas de verão. O período chuvoso se inicia em novembro com término em abril. A precipitação média anual é de 431,8 mm (MASCARENHAS et al., 2005c).

3.3.3. Geologia

A geologia da área pertence ao período Arqueano, estando constituído pelo Complexo Cabaceiras, composto por ortognaisses tonalítico-granodiorítico e intercalações de metamáfica (MASCARENHAS et al., 2005c).

4. Identificação e coleta de amostras de solo

4.1. Campo

Para a coleta das amostras de solo, a área de cada barragem subterrânea (BS) foi dividida em quatro subáreas (Figura 6): Área de Acumulação (AC - área mais próxima da parede/septo impermeável); Área Mediana (AM - área mais afastada da parede/septo impermeável); Encosta da Direita (ED); Encosta da Esquerda (EE). A coleta dentro das áreas das bacias hidráulicas de cada BS (AC+AM) foi feita em ziguezague, caminhando-se no sentido transversal à linha de drenagem. Nas encostas (ED e EE), a coleta foi executada também em ziguezague, deslocando-se no sentido paralelo à linha de drenagem. Em cada subárea (AC, AM, ED e EE), foram coletadas três amostras simples, em minitrincheiras, nas camadas de 0-20 e 20-40 cm de profundidade. Em seguida, estas três amostras foram misturadas e uniformizadas, retirando-se uma porção que formou a amostra composta. Nas BS1 e BS2 não foi possível fazer amostragem do solo devido à dificuldade de acesso por excesso de umidade.

4.2 Laboratório

As amostras foram levadas ao laboratório, secas ao ar e passadas em peneiras de 2 mm para obtenção da terra fina seca ao ar (TFSA) para análises química e física. As determinações foram realizadas segundo métodos recomendados pela Embrapa (1997).

Foram determinados os seguintes atributos químicos: condutividade elétrica (CE) no extrato de saturação (RICHARDS, 1954), pH em água na relação 1:2,5, teor de carbono orgânico (CO), complexo sortivo e fósforo (P) disponível. Com base nos resultados analíticos foram calculados os teores de matéria orgânica ($MO = \text{carbono orgânico \% (CO)} \times 1,724$), a soma de bases ($S = Ca^{2+} + Mg^{2+} + K^{+} + Na^{+}$), a capacidade de troca de cátions ($CTC = S + H^{+} + Al^{3+}$) e a saturação por bases ($V \% = 100S/CTC$). Os atributos físicos densidade das partículas, densidade do solo, granulometria e água retida a - 0,03 MPa e a - 1,5 MPa, foram determinados, respectivamente pelos métodos do balão volumétrico, da proveta, da pipeta e câmeras de Richards.

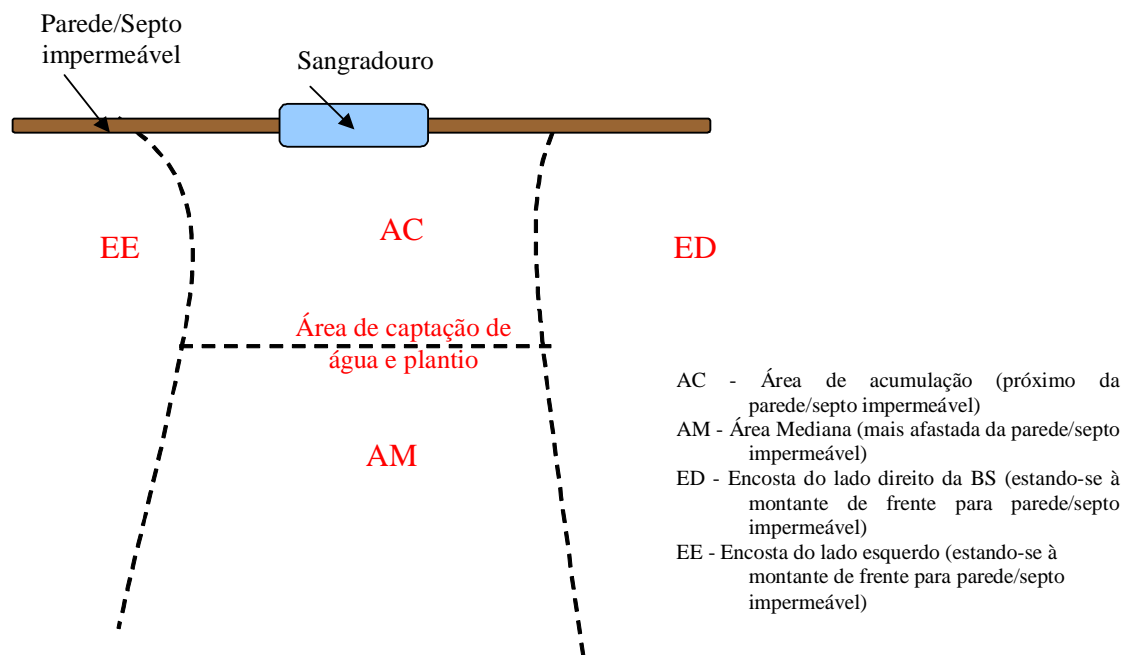


Figura 6. Esquema da coleta de solo na área de acumulação e encostas de barragens subterrâneas em leito de riacho.

5. Uso e manejo do solo das áreas de captação/plantio das barragens subterrâneas

As barragens subterrâneas estudadas estão localizadas em áreas de leito de rio ou riacho, sendo que duas delas (BS1 e BS2) possuem poço dentro de sua área de captação de água de chuva/plantio, a montante da parede/septo impermeável. A água do poço é usada na época de estiagem como irrigação de salvação para os cultivos dentro da barragem e no seu entorno, bem como para consumo de pequenos animais. A presença do poço nas barragens subterrâneas em áreas de leito de rio/riacho é uma prática fundamental no manejo da água por proporcionar a renovação desta, constituindo-se em uma técnica para diminuir o acúmulo de sais em superfície, bem como facilitar o acompanhamento do nível e da qualidade da água.

A BS1 produz hortaliças e fruteiras (banana, limão, laranja e coco). Na BS2, são cultivados capim elefante e batata doce na área de acumulação (AC), área próxima da parede. Na área mediana (AM), possui uma mandala (cultivo em círculo) instalada com cultivos de hortaliças. Nessa área, são ainda cultivados, fora da mandala, batata doce, mandioca, capim elefante, mamona, gliricídia, caju, banana, mamão, graviola e milho; na encosta direita (ED) e esquerda (EE) são cultivadas palma forrageira e mamona. Na BS3, planta-se milho, batata doce, feijão e

capim elefante na área de acumulação (AC). Na área mediana (AM) têm fruteiras (banana, manga e caju). Na encosta direita (ED) tem-se vegetação de capoeira; na parte baixa da encosta esquerda (EE) são cultivados milho e feijão. Já na BS4, estão sendo cultivadas forrageiras (palma e gliricídia) na área de acumulação (AC); fruteiras (caju, manga e coco) na área mediana (AM); palma, capim elefante e gliricídia nas encostas direita (ED) e esquerda (EE).

No manejo das áreas de captação/plantio das quatro barragens subterrâneas são utilizadas práticas agroecológicas a exemplo da cobertura do solo com restos de cultura, diversificação de cultivos, aplicação de esterco bovino e caprino, e utilização de inseticidas naturais para o controle fitossanitário, como o uso de macerado de alho, nim, entre outros. No preparo do solo é feito aração e gradagem a tração animal após as primeiras chuvas.

6. Resultados obtidos

6.1. Atributos físicos

Com base nos exames das minitrincheiras, nas camadas de 0-20 cm e 20-40 cm, nas bacias de acumulação de água (AC e AM) das quatro barragens subterrâneas, foram identificados Neossolos Flúvicos e nas encostas (ED e EE) os Luvisolos Crômicos típicos, Luvisolos Crômicos vertissólicos e Neossolos Litólicos.

Os Neossolos Flúvicos das áreas de acumulação (AC e AM) das BS1, BS2 e BS3 são de textura arenosa com baixa retenção de umidade (Tabela 1). Entretanto, na área de acumulação (AC) da BS4, este solo se apresenta com textura média na profundidade de 20-40 (144 g kg⁻¹ de argila), o que melhora a retenção de umidade (Tabela 1).

As maiores proporções de frações finas foram encontradas nos solos (Luvisso Crômico, Neossolo Litólico e Luvisso Crômico vértico) das encostas (ED e EE) cujos teores de silte variaram entre 199 a 299 g kg⁻¹, e de argila, entre 106 a 351 g kg⁻¹. Os teores mais altos de retenção de água também foram encontrados nesses solos, revelando uma forte relação entre os teores de frações finas e da água. Isto é confirmado pelas análises de correlação entre os teores dessas frações finas e os teores de água retida nas tensões de - 0,03 MPa, - 1,5 MPa e água disponível, que mostraram correlações lineares positivas (Tabela 2) de moderada a muito forte.

As áreas AC e AM, segundo suas composições granulométricas, pertencem às classes texturais areia e areia franca, e as ED e EE às classes franco-arenosa, franco-argilo-arenosa e franco-argilosa (SANTOS et al., 2005).

A densidade do solo (Tabela 1) foi maior nas áreas de acumulação AC e AM (oscilando de 1,28 a 1,57 kg dm⁻³), nos Neossolos Flúvicos, do que nas encostas EE e ED (oscilando de 1,20 a 1,38 kg dm⁻³), no Luvisso Crômico, Neossolo Litólico e Luvisso Crômico vertissólico, sendo que todas apresentam valores superiores aos estabelecidos por Kiehl (1979) para solos arenosos (1,25 a 1,40 kg dm⁻³) e argilosos (1,00 a 1,25 kg dm⁻³). A maior densidade do solo encontrada nas áreas AC e AM deve-se à sua textura arenosa, e como se trata de uma área de acumulação de sedimentos, há sobreposição de camadas com consequente influência no aumento da densidade. Esse aumento da densidade, quando não atinge níveis prejudiciais ao desenvolvimento das culturas (> 1,60 kg dm⁻³), pode se constituir em elemento favorável por permitir uma maior e mais demorada condição de armazenamento de água nessa camada e acima dela, o que para barragem subterrânea constitui característica desejável.

A partir dos resultados obtidos nos atributos físicos do solo, recomenda-se para as quatro BSs intensificar o uso de práticas de manejo que melhorem suas características, principalmente no que diz respeito ao

aumento da retenção de umidade e diminuição da densidade do solo, tais como uso de cobertura do solo e adubação orgânica por meio da incorporação de esterco, tortas vegetais, composto orgânico e adubação verde.

6.2. Atributos químicos

No que diz respeito aos atributos químicos, nas quatro barragens subterrâneas (BS1, BS2, BS3 e BS4), o pH do solo oscilou entre 5,9 a 7,3 (Tabela 3), caracterizando os solos como moderadamente ácidos a praticamente neutros (FARIA et al., 2007). Esses valores de pH devem-se à presença de teores significativos de Ca²⁺ (0,7 a 15,8 cmol dm⁻³) e Mg²⁺ (0,5 a 9,7 cmol dm⁻³) saturando a CTC do solo, e acarretando baixos teores de Al³⁺ trocável nas áreas em estudo.

Pelos valores da condutividade elétrica (0,12 a 0,46 dS m⁻¹) no extrato de saturação (CEes) não há indícios de acumulação de sais nas áreas estudadas. Esses valores de CE constituem informações fundamentais para o manejo da bacia de acumulação, por se tratar de uma tecnologia que acumula água dentro do solo. Mesmo nas propriedades que não têm poço, (BS3 e BS4), não foi observada presença de sais no solo nas profundidades estudadas.

A saturação por bases (V) tem sido usada como um indicativo da fertilidade dos solos, todavia, quando estes são de textura arenosa, o uso desse parâmetro isoladamente não é suficiente para essa avaliação, sendo necessário considerar também a CTC, o teor absoluto de bases (S), os teores de matéria orgânica (MO) e os tipos de cátions básicos presentes no solo.

Os solos de três (BS2, BS3 e BS4) das quatro barragens subterrâneas estudadas apresentaram, em geral, média a alta fertilidade natural, segundo limites estabelecidos por Faria et al. (2007), com soma de bases (S) variando de 3,28 a 26,73 cmol_c dm⁻³, evidenciando a contribuição externa dos sedimentos colúvio-aluvionares advindos de toda a bacia hidrográfica durante a sedimentação e formação dos solos. Já a BS1 apresentou baixa fertilidade natural, com soma de bases entre 1,34 e 2,22 cmol_c dm⁻³, por estar localizada em uma região com predomínio de rochas ácidas, como granitos e gnaisses, que contribuem com sedimentos grosseiros ricos em quartzo, provenientes da intemperização física dessas rochas.

Tabela 1. Caracterização física dos solos das áreas de plantio/captação de água de quatro barragens subterrâneas no Estado da Paraíba, 2008.

Área	Prof.	Composição Granulométrica			Densidade		Água Retida		Água disponível
		Areia	Silte	Argila	Partícula	Solo	- 0,03 MPa	- 1,5 MPa	
	cm	----- g kg ⁻¹ -----			---- kg dm ⁻¹ ----		----- dag kg ⁻¹ -----		---- dag kg ⁻¹ ----
BS1- Lagoa Seca - Fazenda Sítio Almeida – Manoel Antero Barbosa									
Neossolo Flúvico									
AC	0-20	908	73	19	2,53	1,42	6,93	3,13	3,80
	20-40	910	83	07	2,54	1,42	7,09	3,57	3,52
BS2- Picuí - Fazenda Sítio Tanquinho – Manoel Severino dos santos									
Neossolo Flúvico									
AC	0-20	815	154	26	2,54	1,32	7,62	4,42	3,20
	20-40	909	80	11	2,57	1,44	8,60	4,14	4,46
AM	0-20	905	65	30	2,48	1,34	7,49	4,53	2,96
	20-40	784	156	60	2,52	1,34	10,92	5,15	5,77
BS3- Queimadas - Fazenda Catolé de Queimadas – Dona Dora									
Neossolo Flúvico									
AC	0-20	934	52	14	2,56	1,54	6,68	4,25	2,43
	20-40	913	71	16	2,57	1,50	8,33	4,63	3,70
AM	0-20	918	71	11	2,58	1,57	7,41	3,53	2,88
	20-40	933	49	18	2,68	1,51	6,26	3,69	2,57
Luvisso solo Crômico típico									
E	0-20	617	246	137	2,54	1,20	16,10	10,72	5,38
	20-40	401	248	351	2,59	1,35	51,69	24,24	27,45
BS4 - Queimadas - Fazenda Catolé de Queimadas - Valmir M. Miranda									
Neossolo Flúvico									
AC	0-20	768	181	51	2,49	1,46	10,35	6,61	3,74
	20-40	504	352	144	2,54	1,28	18,53	12,16	6,37
AM	0-20	920	64	16	2,54	1,57	6,88	4,22	2,66
	20-40	878	87	35	2,57	1,55	7,10	4,49	2,71
Neossolo Litólico									
ED	0-20	595	299	106	2,59	1,38	15,82	10,80	5,02
Luvisso solo Crômico vertissólico									
EE	0-20	621	238	141	2,54	1,26	16,86	12,72	4,14
	20-40	509	199	292	2,58	1,35	25,69	20,24	5,45

AC- Área de Acumulação - área mais próxima da parede/septo impermeável.

AM - Área Mediana - área mais afastada da parede/septo impermeável.

ED e EE - Encosta - encosta da direita e esquerda, respectivamente.

E - sem especificação de D e E, significa que as duas encostas estão na mesma classe de solo.

Prof. - profundidade.

Tabela 2. Correlações entre teores de frações finas e de água retida em áreas de barragens subterrâneas.

	Argila	Silte	Argila + Silte
AD ¹	0,76**	0,42*	0,65**
- 0,03 Mpa	0,94**	0,61**	0,85**
- 1,5 MPa	0,99**	0,71**	0,93**

¹AD – Água disponível entre as tensões de 0,03 MPa e 1,5 MPa.

** - significativo a 1%.

* - significativo a 5%.

Número de amostras = 19.

Tabela 3. Caracterização química dos solos das áreas de plantio/captação de água de quatro barragens subterrâneas no Estado da Paraíba, 2008.

Área	Prof.	M.O.	pH	C.E.	P	K	Ca	Mg	Na	Al	H+Al	S	CTC	V
	cm	g kg ⁻¹		dS m ⁻¹	mg dm ⁻³									%
BS1- Lagoa Seca - Fazenda Sítio Almeida – Manoel Antero Barbosa														
Neossolo Flúvico														
AC	0-20	4,45	6,3	0,37	36	0,18	1,5	0,5	0,04	0,05	0,99	2,22	3,21	69
	20-40	2,69	5,9	0,31	13	0,12	0,7	0,5	0,02	0,05	0,99	1,34	2,33	58
BS2- Picuí - Fazenda Sítio Tanquinho – Manoel Severino dos Santos														
Neossolo Flúvico														
AC	0-20	3,31	6,5	0,35	27	0,35	1,9	2,4	0,06	0,05	0,66	4,71	5,37	88
	20-40	0,62	6,6	0,35	25	0,28	1,3	1,6	0,10	0,05	0,33	3,28	3,61	91
AM	0-20	2,59	6,2	0,21	05	0,27	1,4	1,8	0,04	0,05	0,49	3,51	4,00	88
	20-40	1,45	6,3	0,12	03	0,24	1,8	1,8	0,05	0,05	0,49	3,89	4,38	89
BS3- Queimadas - Fazenda Catolé de Queimadas I – Dona Dora														
Neossolo Flúvico														
AC	0 - 20	3,72	7,0	0,13	33	0,10	2,8	2,1	0,19	0,05	0,33	5,19	5,52	94
	20-40	1,74	7,3	0,16	26	0,07	2,1	1,7	0,25	0,05	0,33	4,12	4,45	93
AM	0 - 20	1,14	6,8	0,15	43	0,20	2,4	1,6	0,04	0,05	0,49	4,24	4,73	90
	20-40	0,83	6,6	0,13	33	0,09	2,4	1,5	0,04	0,05	0,33	4,03	4,36	92
Luvisso solo Crômico														
E	0 - 20	12,10	5,9	0,46	11	0,24	6,7	4,5	0,30	0,05	2,31	11,74	14,05	84
	20-40	7,76	7,1	0,27	10	0,20	14,9	9,4	1,00	0,05	1,32	25,50	26,82	95
BS4 - Queimadas - Fazenda Catolé de Queimadas II - Valmir M. Miranda														
Neossolo Flúvico														
AC	0 - 20	11,79	6,7	0,17	28	0,16	4,4	3,3	0,12	0,05	0,66	7,98	8,64	92
	20-40	4,55	6,6	0,37	26	0,14	8,5	5,6	0,36	0,05	1,98	14,60	16,58	88
AM	0 - 20	3,31	6,6	0,12	49	0,12	3,0	2,2	0,09	0,05	0,66	5,41	6,07	87
	20-40	2,38	6,6	0,13	40	0,10	3,1	2,0	0,12	0,05	0,82	5,32	6,14	89
Neossolo Litólico														
ED	0 - 20	10,24	6,5	0,20	15	0,32	8,5	4,8	0,11	0,05	1,65	13,73	15,38	89
Luvisso solo Crômico vertissólico														
EE	0 - 20	10,31	6,5	0,18	24	0,26	7,1	4,8	0,30	0,05	2,21	12,46	14,67	92
	20-40	8,30	6,6	0,19	26	0,24	15,8	9,7	0,99	0,05	1,46	26,73	28,19	94

AC- Área de Acumulação - área mais próxima da parede/septo impermeável. AM - Área Mediana - área mais afastada da parede/septo impermeável.

ED e EE - Encosta - encosta da direita e esquerda, respectivamente. E - sem especificação de D e E, significa que as duas encostas estão na mesma classe de solo.

Prof. - profundidade.

Ainda com relação à soma de bases, verifica-se que os maiores valores são encontrados nas áreas das encostas ED e EE (11,74 a 26,73 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$) e nas áreas AC e AM (5,32 a 14,60 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$) da BS4, devido à maior quantidade de argila (Tabela 1), o que contribui com a liberação de cátions básicos. Os cátions trocáveis Ca^{2+} e Mg^{2+} são os íons responsáveis pelos valores altos da soma de bases nessas áreas.

A CTC apresentou valores médios nas áreas de acumulação e altos nas encostas, confirmando a fertilidade alta dos solos dessas áreas. A alta fertilidade detectada nas encostas (ED e EE) é atribuída ao rico substrato rochoso que originou os solos daqueles ambientes, que promovem a constante liberação de nutrientes, mantendo os solos com boa fertilidade.

No que se refere à matéria orgânica (MO), os teores são baixos nas quatro subáreas (AC, AM, ED e EE), com valores inferiores a 15 g kg^{-1} nos horizontes superficiais, segundo limites estabelecidos por Faria et al. (2007). Em geral, os solos no semiárido apresentam baixos teores de MO, devido à baixa produção de resíduos orgânicos pelas plantas, altas temperaturas que favorecem o processo de oxidação, perdas por lixiviação e erosão, queimadas e até o consumo de ramos e folhas por animais. Os baixos teores de MO também explicam a baixa retenção de umidade encontrada nos solos das quatro BSs estudadas, daí a necessidade, como sugerido anteriormente, do uso constante de adubação orgânica.

Os teores de P foram classificados como altos, segundo Faria et al. (2007), e em se tratando de áreas de agricultura familiar dependentes de chuva, nas quais não se faz aplicação de fontes de fósforo como fertilizantes, esses valores obtidos estão acima dos encontrados na região, como constatado por Silva et al. (2007a), em áreas de barragens subterrâneas no semiárido do Estado de Pernambuco. Ao longo de uma topossequência, em geral, a posição inferior acumula material erodido, enriquecido em nutrientes, em relação às posições mais altas. Por isso, é provável que os valores de fósforo encontrados devam-se ao carreamento de materiais advindos de outras áreas localizadas acima, já que as quatro barragens estão em áreas de baixos.

7. Considerações finais

- Os solos das barragens subterrâneas estudadas (exceto da BS1) apresentam fertilidade média a alta, devido principalmente à presença de Ca^{2+} e Mg^{2+} .

- Os solos com textura superficial arenosa, identificados nas áreas de acumulação das quatro barragens subterrâneas, demandam um manejo que contemple a adição de matéria orgânica para melhoria da retenção de água e redução dos valores de densidade do solo.

- No que diz respeito ao parâmetro solo, as áreas das quatro barragens subterrâneas apresentam potencial para exploração agropecuária, desde que se atente para o manejo dentro dos princípios da conservação ambiental.

Agradecimentos

1. Aos agricultores pela participação efetiva no desenvolvimento do trabalho.

2. À Embrapa Semiárido e Embrapa Algodão pelo apoio logístico; e as ONGs AS-PTA e PATAC pela parceria.

8. Referências

ANDRADE, F. L. de; QUEIROZ, P. V. M. Articulação no Semiárido Brasileiro - ASA e o seu programa de formação e mobilização para convivência com o semiárido: a influência da ASA na construção de políticas públicas. In: KUSTER, A.; MARTI, J. F. (Ed.). **Políticas públicas para o semiárido: experiências e conquistas no Nordeste do Brasil**. Fortaleza: Fundação Konrad Adenauer, 2009, p. 26-53. il.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1997. 212 p.

FARIA, C. M. B. de; SILVA, M. S. L.; SILVA, D. J. **Alterações em características de solos do Submédio São Francisco sob diferentes sistemas de cultivo**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2007. 33 p. (Embrapa Semi-Árido. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 74).

GNADLINGER, J.; SILVA, A. de S.; BRITO, L. T. de L. P1 + 2: Programa uma terra e duas águas para um Semi-Árido sustentável. In: BRITO, L. T. de L.; MOURA, M. S. B. de; GAMA, G. F. B. (Ed.). **Potencialidades da água de chuva no semi-árido brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2007, v. 1, p. 63-77. il.

MASCARENHAS, J. de C.; BELTRÃO, B. A.; SOUZA JÚNIOR, L. C. de; MORAES, F.; MENDES, V. de A.; MIRANDA, J. L. F. de (Org.). **Projetos cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea: Diagnóstico do município de Lagoa Seca, estado da Paraíba Recife: CPRM/ PRODEEM, 2005a. 13 il.**

MASCARENHAS, J. de C.; BELTRÃO, B. A.; SOUZA JÚNIOR, L. C. de; MORAES, F.; MENDES, V. de A.; MIRANDA, J. L. F. de (Org.). **Projetos cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea**: Diagnóstico do município de Picuí, estado da Paraíba. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005b. 22 il.

MASCARENHAS, J. de C.; BELTRÃO, B. A.; SOUZA JÚNIOR, L. C. de; MORAES, F.; MENDES, V. de A.; MIRANDA, J. L. F. de (Org.). **Projetos cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea**: Diagnóstico do município de Queimadas, estado da Paraíba. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005c. 23 il.

PORTO, E. R.; BRITO, L. T. de L.; ANJOS, J. B. dos; SILVA, M. S. L. da; MOURA, M. S. B. de. **Formas de garantir água na seca**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2006. 48 p. il. (ABC da agricultura familiar, 13). Edição especial.

RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline alkali soil**. New York: Salinity Laboratory, 1954. 160p. (Handbook, 60)

ROCHA, J. C. da; ANDRADE, L. I. de; FREIRE, A. G.; ARRAES, M.F.; SILVEIRA, L.M. da; SILVA, M. R. da; MENEZES, R. S. C.; PETERSEN, P. F. Barrando água e terra na propriedade. In: MENEZES, R. S. C.; PETERSEN, P. F. **Água das chuvas: promovendo vida no semi-árido**. Recife: Ed. Universitária da UFRPE, 2007. p.11-13. il. (Experiências em Agroecologia. Agricultura familiar no Semi-Árido; 1).

SANTOS, R. D.; LEMOS, R. C.; SANTOS, H. G.; KER, J.; ANJOS, L. H. C. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 5. ed. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. 92 p. il.

SILVA, F. B. R. e; RICHÉ, G. R.; TONNEAU, J. P.; SOUZA NETO, N. C. de; BRITO, L. T. de; CORREIA, R. C.; CAVALCANTI, A. C.; SILVA, F. H. B. B. da; SILVA, A. B. da; ARAÚJO FILHO, J. C. de; LEITE, A. P. **Zoneamento agroecológico do Nordeste do Brasil**: diagnóstico do quadro natural e agrossocioeconômico. Recife: Embrapa Solos – Escritório Regional de Pesquisa e Desenvolvimento Nordeste – ERP/NE; Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2000. 1 CD-ROM. (Embrapa Solos. Documentos, 14).

SILVA, M. S. L. da; ANJOS, J. B. dos; FERREIRA, G. B.; MENDONÇA, C. E. S.; SANTOS, J. C. P.; OLIVEIRA NETO, M. B. de. **Barragem subterrânea: uma opção de sustentabilidade para a agricultura familiar do semi-árido do Brasil**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 2007a. 10 p. il. (Embrapa Solos. Circular Técnica, n 36).

SILVA, M. S. L. da; MENDONÇA, C. E. S.; ANJOS, J. B. dos; HONÓRIO, A. P. M.; SILVA, A. de S.; BRITO, L. T. de L. Barragem subterrânea: água para produção de alimentos. In: BRITO, L. T. de L.; MOURA, M. S. B. de; GAMA, G. F. B. (Ed.). **Potencialidades da água de chuva no semi-árido brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2007b. v. 1, p. 121-137. il.

Circular Técnica, 47

Embrapa Solos UEP Nordeste
Endereço: Rua Antônio Falcão, 402. Boa Viagem.
Recife, PE. CEP: 51020-240
Fone: (81) 3325 5988
Fax: (81) 3325 0231
E-mail: sac@cnps.embrapa.br
<http://www.cnps.embrapa.br/solosbr/publicacao.html>

1ª edição (2010): online

Comitê de publicações

Presidente: Daniel Vidal Perez
Secretária-Executiva: Jacqueline S. Rezende Mattos
Membros: Ademar Barros da Silva, Cláudia Regina Delaia, Maurício Rizzato Coelho, Elaine Cristina Cardoso Fidalgo, Joyce Maria Guimarães Monteiro, Ana Paula Dias Turetta, Fabiano de Carvalho Balieiro, Quitéria Sônia Cordeiro dos Santos.

Expediente

Supervisão editorial: Jacqueline S. Rezende Mattos
Revisão de texto: André Luiz da Silva Lopes
Revisão bibliográfica: Quitéria Sônia C. dos Santos
Editoração eletrônica: Jacqueline S. Rezende Mattos